مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر شستشو و پوشش نانومرکب فعال کربوکسی‌متیل سلولز- نانو رس حاوی عصاره مرزنجوش (*Origanum vulgare* L) بر کیفیت تخم‌مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط

مونا احسان[۱] ، داریوش خادمی شورمستی[۲]*

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰٤

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰٤/۲۲

کلمات کلیدی:

پوشش نانومرکب فعال،

تخم‌مرغ،

شستشو،

کیفیت داخلی،

ماندگاری.

DOI: 10.52547/fsct.18.09.09

* مسئول مکاتبات:

dkhademi@gmail.com

چکیده

روش‌های مورد استفاده جهت حفظ کیفیت تخم‌مرغ طی دوره نگهداری عمدتاً مبتنی بر غیر فعال‌کردن میکروارگانیسم‌ها و جلوگیری از تبادلات جرمی است. به‌منظور بررسی تأثیر بکارگیری شستشو با آب و پوشش‌دهی پوسته با استفاده از پوشش نانومرکب فعال بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز ۲ ٪ حاوی نانورس ۳/۵ ٪ و عصاره ۲ ٪ مرزنجوش بر کیفیت داخلی و پوسته تخم‌مرغ، آزمایشی با ٤ تیمار شامل شاهد (بدون شستشو و بدون پوشش)، شسته و بدون پوشش، بدون شستشو و پوشش‌دار، شسته و پوشش‌دار و ۳ تکرار طی یک دوره نگهداری ٤ هفته‌ای در دمای محیط ($25\pm2^{o}C$) با ارزیابی هفتگی فراسنجه‌های مورد مطالعه اجرا شد. در پایان دوره نگهداری، بیشترین مقادیر واحد ها و (۰/۱۵±٤۹/۷۱)، اندیس زرده (۰/۰۰±۰/۳۲) و کمترین مقادیر درصد افت وزنی (۰/۰۲±۳/۰۷)، pH سفیده (۰/۰۲±۸/۵۹) و اندیس اسید تیوباربیتوریک (mg MDA/Kg ۰/۰۳±۰/۱۲۵) در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار دیده شد ($P<0.05$). در ارزیابی شاخص‌های رنگی زرده نیز تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) دارای مقادیر بالاتر b^* (۵۷/۲٤)، a^* (۷/۷۲-) و پایین‌تر L^* (٤٥/٥١) بودند. صرفنظر از پوشش‌دهی، شستشوی تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های مورد ارزیابی نداشت. بنابراین بکارگیری پوشش نانومرکب فعال کربوکسی‌متیل سلولز- نانو مونت موریلونیت- عصاره مرزنجوش با دارا بودن خواص ممانعتی، ضداکسیدانی و ضد میکروبی، جهت افزایش ماندگاری تخم‌مرغ در دمای محیط به‌مدت ٤ هفته توصیه می‌شود.

۱- مقدمه

تخم‌مرغ یک ماده غذایی بسیار مغذی و کامل برای انسان محسوب می‌شود و تقاضای مصرف‌کنندگان برای تخم‌مرغ تازه و بهداشتی به‌طور مداوم در حال افزایش است. به‌دلیل استعداد فسادپذیری زیاد آنها طی دوره نگهداری، تخم‌مرغ‌ها دچار تغییرات زیادی در خصوصیات شیمیایی و عملکردی خود شده که منجر به خسارات اقتصادی قابل توجهی به این صنعت می‌شود [۱].

در حالی‌که در برخی کشورها با فرآیند شستشو به عرضه تخم‌مرغ‌های بهداشتی اقدام شده است، اما با توجه به اینکه طی این فرآیند کوتیکول، به‌عنوان مکانیسم دفاع فیزیکی طبیعی آسیب می‌بیند، منجر به کاهش کیفی تخم‌مرغ می‌شود [۲]. در بررسی تأثیر دمای نگهداری و شستشو بر کیفیت فیزیکی و میکروبی تخم‌مرغ، نشان داده شد تغییرات در دمای محیط سریعتر از دمای یخچال رخ داده و تخم‌مرغ‌های شسته شده نسبت به انواع بدون شستشو با سرعت بیشتری فاسد شدند [۳]. با توجه به مشکلات مرتبط با تأمین آسان و ارزان انرژی برق جهت تأمین شرایط مطلوب نگهداری، در برخی مناطق تخم‌مرغ در دمای محیط نگهداری می‌شود. لذا بکارگیری روش‌های جایگزین ارزان‌تر و در عین حال مؤثر، مانند پوشش‌دهی پوسته، برای حفظ کیفیت داخلی و جلوگیری از آلودگی میکروبی تخم‌مرغ اجتناب ناپذیر است. بدین‌منظور طی سالیان اخیر پوشش‌های مختلفی مانند کربوکسی‌متیل سلولز و کتیرا [٤]، کیتوزان [٥] و پکتین [٦] جهت ارزیابی کیفی تخم‌مرغ طی دوره نگهداری مورد استفاده قرار گرفتند.

پلی‌ساکاریدها به‌دلیل خصوصیات تشکیل فیلم مناسب، به‌طور گسترده‌ای جهت تولید فیلم و پوشش‌های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کربوکسی‌متیل سلولز (E466) از زنجیره‌های خطی واحدهای گلوکوزیدی بتا ۱و ٤ با جایگزینی متیل و کربوکسیل تشکیل شده است. فیلم‌های تشکیل شده با این ماده دارای مقاومت متوسط است. همچنین به‌دلیل ماهیت آب‌دوستی، نفوذپذیری بالایی نسبت به بخار آب دارد. نشان داده شد که اسید اولئیک می‌تواند به‌طور مؤثری خواص آب‌گریزی فیلم‌های کربوکسی‌متیل سلولز را بهبود بخشد [۷].

از طرفی تشکیل نانوکامپوزیت‌ها با استفاده از سیلیکات‌های لایه‌ای به‌خصوص مونت‌موریلونیت در لفاف‌های بیوپلیمری می‌تواند ضمن بهبود خواص این محصولات، کارایی مواد ضدباکتریایی طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی در بسته‌بندی‌های نانوکامپوزیت را از طریق کاهش دسترسی به اکسیژن و رطوبت، افزایش دهند [۸]. نشان داده شد استفاده از سطوح افزایشی نانورس با بهبود خصوصیات ممانعتی، موجب افزایش کارایی پوشش نانوکامپوزیت شد [۹].

مرزنجوش (*Origanum vulgare* L) گیاهی از تیره‌ی نعنائیان است. مطالعات فارماکولوژیکی نشان داد پتانسیل بالای ضداکسیدانی مرزنجوش به‌دلیل وجود مونوترپن‌های فنولی مانند تیمول، کارواکرول و برخی از ترکیبات فنولی مانند اریگانوزاید و رزمارینیک اسید می‌باشد [۱۰]. در بررسی تأثیر حداقل غلظت بازدارندگی اسانس مرزنجوش روی باکتری‌های هتروتروف هوازی با ملاحظه شرایط انبارداری و زمان‌های تولیدی مختلف، اثر بازدارندگی معنی‌دار آن اثبات شد [۱۱]. لذا به‌منظور بررسی تأثیر شستشو با آب و بکارگیری پوشش نانوکامپوزیت کربوکسی‌متیل سلولز- نانو رس غنی‌شده با عصاره مرزنجوش بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی تخم‌مرغ‌های نگهداری شده در دمای محیط (^{o}C ۲±۲۵)، آزمایش حاضر طراحی و اجرا شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی محلول پوششی

گیاه مرزنجوش از عطاری معتبر محلی خریداری و پس از انتقال به آزمایشگاه گیاهشناسی، از نظر علمی مورد تأیید قرار گرفت. جهت عصاره‌گیری از روش پیشنهادی مزدستان و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات استفاده شد. ابتدا قسمت‌های مختلف گیاه خشک شده توسط آسیاب برقی خانگی (پارس خزر، ایران) پودر و از الک (شماره ۳۵ سایز چشمه ۵۰۰ میکرون) عبور داده شدند. عصاره‌گیری به‌روش خیساندن و با حلال اتانول انجام شد. بدین‌ترتیب که مقدار ۱۰۰ گرم از گیاه پودر شده پس از ۳۰ دقیقه ترکیب با کلروفرم و کلروفیل‌زدایی، با اتانول (۹۹/۸ ٪) به‌میزان چهار برابر وزن گیاه ترکیب و به‌مدت ۷۲ ساعت توسط دستگاه شیکر (FR 602، فاطر الکترونیک) در دمای محیط هم زده شد. محلول به‌دست‌آمده با کاغذ صافی واتمن شماره ٤۲ صاف شده و توسط دستگاه تقطیر در خلأ چرخان (Laorota 4000 efficient, Heidolph) در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد عمل

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.23.1]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.107]

تغلیظ تا رسیدن به حدود ۵۰ ٪ مقدار اولیه عصاره ادامه یافت [۱۲].

محلول پوششی با روش پیشنهادی Ghanbarzadeh و Almasi (۲۰۱۱) با کمی تغییرات تهیه شد. برای تهیه محلول پوششی کامپوزیت، ابتدا ۲۰ گرم پودر کربوکسی‌متیل سلولز (Sigma-Aldrich chemicals) به‌همراه ۱۵ میلی‌لیتر اسید اولئیک، توئین ۸۰ به‌عنوان امولسیفایر، گلیسرول (۵۰ ٪ وزنی-وزنی کربوکسی‌متیل سلولز) به‌عنوان نرم‌کننده همگی محصول شرکت مرک (Darmstadt, Germany) به ۱ لیتر آب اضافه شد. محلول روی گرم‌کننده مجهز به همزن مغناطیسی به‌منظور انحلال کامل کربوکسی‌متیل سلولز به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. جداگانه محلول ۳/۵ درصد وزنی-وزنی نانورس از طریق انحلال مقدار مناسب نانو مونت‌موریلونیت (MMT, K10) محصول شرکت سیگما آلدریچ در آب مقطر تهیه گردید. در مرحله بعد محلول کربوکسی‌متیل سلولز به‌آرامی به محلول نانورس اضافه شده و به مدت ٤ساعت عمل همزدن ادامه یافت. پس از سرد شدن محلول، عصاره مرزنجوش با غلظت ۲ ٪ حجمی-حجمی به محلول پوششی کامپوزیتی اضافه شد و به‌مدت ۲ دقیقه عمل همزدن به‌کمک دستگاه هموژنایزر (مدل D500، چین) با ۹۰۰۰ دور در دقیقه صورت گرفت تا عصاره به‌طور یکنواخت در ماتریس پوشش پخش شوند [۷].

۲-۲- تیمارهای آزمایشی

تعداد ۱۲۰ عدد تخم‌مرغ خوراکی با پوسته سفید و میانگین وزن تقریبی ٦۰ گرم که از طریق نوربینی از عدم شکستگی پوسته آن اطمینان حاصل شده بود، از یک مزرعه پرورش مرغ تخمگذار (سویه تجاری های‌لاین W-36 و در هفته ٤۰ تولید) واقع در اطراف شهرستان ساری انتخاب، خریداری و با رعایت اصول بهداشتی به آزمایشگاه منتقل شد. تخم‌مرغ‌ها در ٤ گروه شامل تخم‌مرغ‌های بدون شستشو (با و بدون پوشش) و شسته‌شده با آب معمولی (با و بدون پوشش) تیمار شده و به‌مدت ٤ هفته در شرایط محیط (25 ± 1 ^{o}C) و رطوبت نسبی ٪۷۵) نگهداری شدند. نمونه‌گیری در فواصل زمانی ثابت و به‌طور هفتگی جهت انجام آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی انجام شد. جهت شستشو، تخم‌مرغ‌ها به‌مدت ۲ دقیقه با آب معمولی شسته شده و به‌مدت ۱ دقیقه روی سینی‌های مشبک استریل خشک شدند. پوشش‌دهی به روش غوطه‌وری انجام شد. بدین‌ترتیب که تخم‌مرغ‌ها به‌مدت ۱ دقیقه در محلول پوششی غوطه‌ور و سپس خشک شدند [۳].

۲-۳- آزمون میکروبی

آلودگی میکروبی سطح پوسته تخم‌مرغ طی دوره نگهداری، با روش توصیفی Mallmann و همکاران (۱۹۵۳) مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های تخم‌مرغ هر تیمار در کیسه پلاستیکی مخصوص (Nasco Whirl-Pak, Fort Atkinson، آمریکا) حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محلول پپتون ۰/۱ درصد قرار گرفته و به‌مدت ۱ دقیقه با دست تکان داده شدند تا باکتری‌ها از آن آزاد شوند. نمونه‌های محلول پوسته فوق رقیق شده با استفاده از روش کشت آمیختنی از نمونه‌ها بر روی محیط پلیت کانت آگار کشت و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲-٤۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. سپس پلیت‌های مناسب انتخاب، شمارش و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر میلی‌لیتر گزارش گردید [۱۳].

۲-٤- اندازه‌گیری کاهش وزن تخم‌مرغ

برای ارزیابی کاهش وزن تخم مرغ‌ها بلافاصله بعد از خشک شدن پوشش سطحی، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم (AND FA 2104، آمریکا) توزین شدند. وزن نهایی در فواصل زمانی مورد ارزیابی (روزهای ۷ ، ١٤ ، ۲۱ ، ۲۸) اندازه‌گیری شد. با استفاده از این داده‌ها، کاهش وزن تخم‌مرغ از تقسیم اختلاف بین وزن اولیه و وزن نهایی به وزن اولیه تخم‌مرغ محاسبه و به‌صورت درصد گزارش شد.

۲-۵- اندازه‌گیری واحد هاو

برای تعیین واحد هاو (HU)، ارتفاع سفیده با استفاده از کولیس دیجیتال (Digital INSIZE، آلمان) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقادیر واحد هاو، رابطه لگاریتمی بین ارتفاع سفیده و وزن تخم‌مرغ در نظر گرفته شد. با استفاده از این اطلاعات، واحد هاو از فرمول $HU= 100 \log (H+7.57- 1.7 W^{0.37})$ محاسبه شد که در آن H ارتفاع سفیده (میلی‌متر) و W وزن تخم‌مرغ (گرم) است [١٤].

۲-٦- اندازه‌گیری pH آلبومین (سفیده)

برای تعیین pH سفیده، حدود ۲ گرم از هر نمونه در ۲۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه همگن شد و با pHمتر دیجیتال (ATAGO, DPH-2، ژاپن) اندازه‌گیری شد.

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.23.1]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.107]

۲-۷- اندازه‌گیری شاخص زرده

شاخص زرده (YI) بر اساس رابطه بین ارتفاع زرده و قطر زرده است. پس از جدا شدن زرده از سفیده، با استفاده از میکرومتر دیجیتال (Guanglu، چین)، ارتفاع و قطر زرده اندازه‌گیری شد. شاخص زرده با استفاده از فرمول YI= h/d که در آن h ارتفاع زرده (میلی‌متر) و d قطر زرده (میلی‌متر) است، اندازه‌گیری شد [۱۵].

۲-۸- اندازه‌گیری شاخص اسید تیوباربیتوریک زرده

شاخص اسید تیوباربیتوریک (TBA) زرده تخم‌مرغ بر اساس روش Draper و Hadeley (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. به‌طور خلاصه ۵ گرم زرده تخم‌مرغ و ۵۰ میکرولیتر BHT به ۱۵ میلی‌لیتر آب‌مقطر دیونیزه اضافه شد با سرعت بالا هموژن گردید. ۱ میلی‌لیتر از ماده هموژن به لوله آزمایش منتقل و ۲ میلی‌لیتر محلول TBA- تری‌کلرواستیک اسید اضافه شد و به‌مدت ۱۵ دقیقه‌در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دید. سپس نمونه‌های سرد شده در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شده، جذب سوپرناتانت با اسپکتروفتومتر (Beckman, Fullorton, CA) در ۵۳۲ نانومتر قرائت شد و اکسیداسیون لیپید به‌صورت میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم نمونه گزارش گردید [۱۶].

۲-۹- اندازه‌گیری رنگ زرده

در روز پایانی دوره نگهداری، رنگ زرده تخم‌مرغ مطابق با شرایط استاندارد سیستم CIE LAB با استفاده از هانترلب (color flex, USA) با منبع نور D 65، زاویه دید استاندارد ۱۰ درجه و قطر دیافراگم ۲/۵۴ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. در این اندازه‌گیری، سه شاخص a^*، b^* و L^* که به‌ترتیب نمایانگر شاخص قرمزی، زردی و روشنایی هستند، ثبت شدند.

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و حداقل ۳ تکرار، داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱٦ به‌روش آنالیز واریانس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شستشو و پوشش‌دهی تخم‌مرغ به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد مقایسه شدند. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- شمارش کلی میکروبی (TVC)

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شمارش کلی میکروبی (TVC) پوسته تخم‌مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط که در نمودار ۱ آمده نشان داد که شمارش کلی میکروبی در تخم‌مرغ‌های شاهد با یک روند افزایشی تا هفته سوم به ۷/۲۵±۰/۰۰logcfu/ml رسید و سپس با کاهش در هفته پایانی مواجه شد. روند تغییرات میانگین شمارش میکروبی در تخم‌مرغ‌های شسته‌شده بدون پوشش پس از یک روند نزولی معنی‌دار در هفته اول، مشابه روند گروه شاهد بود و به log cfu/ml ۵/۵۰±۰/۱۰ رسید و به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه-های دارای پوشش بود ($P<0.05$). تخم‌مرغ‌های شسته‌شده پوشش‌دار در طی و در پایان دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری حاوی بار کلی میکروبی کمتری نسبت سایر گروه‌های آزمایشی بودند ($P<0.05$). میانگین شمارش کلی میکروبی از log cfu/ml ۲/۸±۰/۰۰ در آغاز دوره به log cfu/ml ۲/۷۵±۰/۰۵ در پایان دوره نگهداری رسید.

پایین بودن مقدار TVC اولیه در پوسته تخم‌مرغ مؤید کیفیت بهداشتی مطلوب آن بود. آلودگی میکروبی از طریق محیط و نیز دست‌کاری، شرایط نگهداری و شستشوی تخم‌مرغ‌ها اجتناب ناپذیر است. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش مرکب حاوی نانو مونت‌موریلونیت و عصاره مرزنجوش مورد استفاده به‌طور معنی‌داری موجب کاهش شمارش کلی میکروبی پوسته تخم‌مرغ طی دوره نگهداری شد. خواص ضدمیکروبی با اضافه‌شدن مواد دارای خاصیت ضدمیکروبی به پوشش‌های زیست‌پلیمری به‌دست می‌آید. مواد ضدمیکروبی معدنی مزایای زیادی نسبت به مواد آلی مصرفی تجاری دارند. مونت-موریلونیت، پس از پراکنش در آب به باکتری‌هایی با بار منفی حمله کرده و آنها را جذب و خواص ضدمیکروبی مواد را تقویت می‌کند. نشان داده شد که نمونه‌های فیلم کربوکسی‌متیل سلولوز دارای انواع نانوذرات خاک‌رس دارای اثر ضدمیکروبی علیه باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیا کلی* بود [۱۷]. از سوی دیگر تیمول و کارواکرول موجود در مرزنجوش، نقش مهمی در خاصیت ضدباکتریایی این گیاه دارند. افزوده‌شدن عصاره مرزنجوش به ترکیب پوشش مرکب، به‌دلیل اثر همکوشی افزودنی‌ها، منجر به مقاومت بیشتر تخم‌مرغ‌ها در برابر فساد میکروبی و اکسیداتیو شد. یکی از

سازو کارهای پیشنهادی عمل ضدمیکروبی عصاره‌های گیاهی، تماس مستقیم بین اجزای عصاره و غشاهای باکتریایی است که منجر به نفوذپذیری یونی و متعاقباً نشت اجزای حیاتی داخل سلولی می‌شود. اثر ضدمیکروبی پلی‌فنول‌ها ممکن است به تأثیر آنها بر روی آنزیم‌های هیدرولیتیک، فعل و انفعالات با پروتئین‌های انتقال دهنده سلول و فعل و انفعالات غیر اختصاصی با کربوهیدرات‌ها در ارتباط باشد [۱۸]. همسو با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، نشان داده شد فرآیند توأم شستشو، ضدعفونی و پوشش‌دهی، مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها در تخم‌مرغ‌ها شده و در نتیجه ماندگاری این گروه از تخم‌مرغ‌ها در مقایسه با تخم‌مرغ‌های صرفاً شسته شده و یا بدون پوشش چندین برابر افزایش یافت [۳]. همچنین نشان داده شد شمارش کلی میکروبی در تخم‌مرغ‌های حاوی پوشش کربوکسی‌متیل سلولز- کتیرا غنی‌شده با عصاره میخک، طی ۳۰ روز نگهداری به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود [٤].

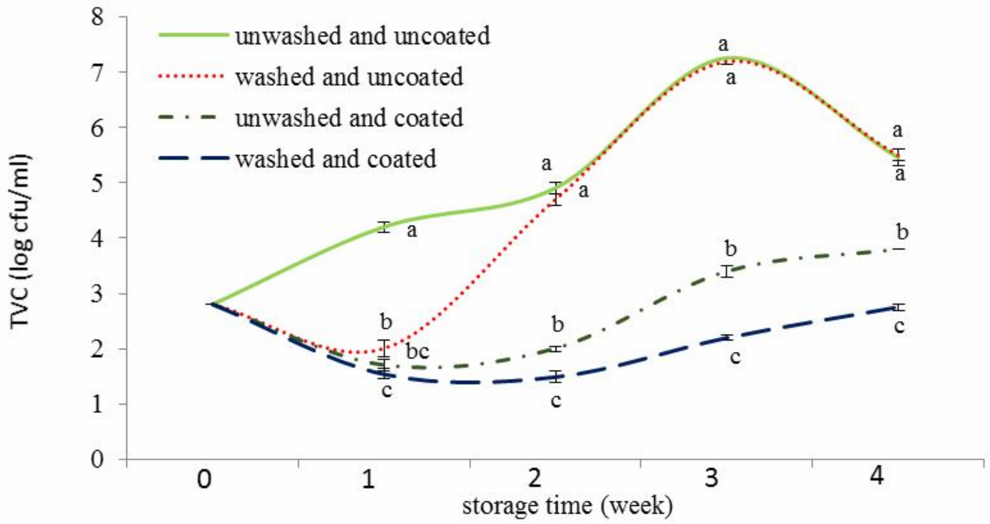

Fig 1 Effect of washing and active nanocomposite coating on eggshell microbial total viable count (TVC) during storge (log cfu/ml) (p<0.05)

۳-۲- درصد افت وزنی

همچنانکه در نمودار ۲ دیده شد، درصد افت وزنی تخم‌مرغ با افزایش زمان نگهداری، روند افزایشی داشت. در پایان دوره نگهداری، بیشتری درصد افت وزنی در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش و کمترین مقدار در تخم‌مرغ‌های شسته‌شده پوشش‌دار (۳/۰۷±۰/۰۲ درصد) دیده شد ($P<0.05$).

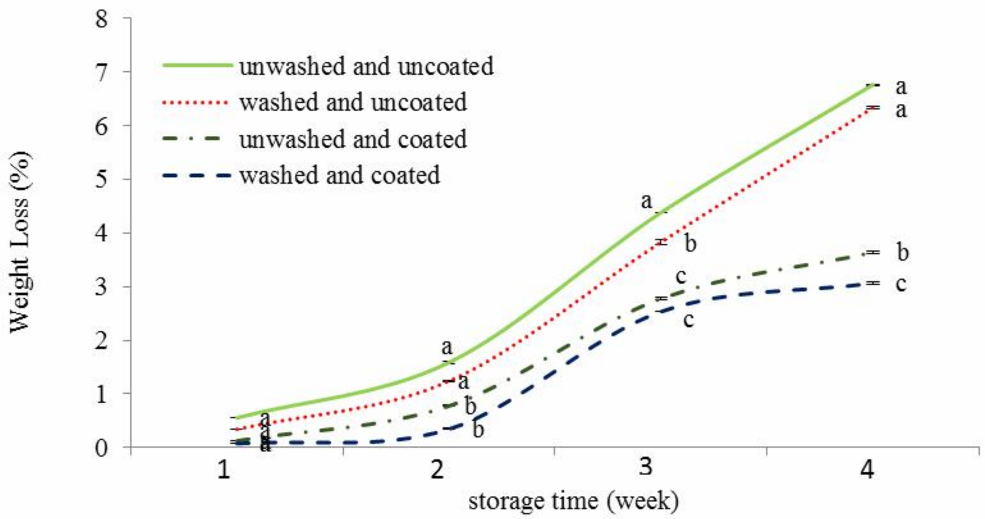

Fig 2 Effect of washing and active nanocomposite coating on egg weight loss (%) during storage (p<0.05)

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.23.1]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.107]

افت وزنی، واحد هاو، اندیس زرده و pH سفیده از جمله مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت و تازگی تخم‌مرغ محسوب می‌شوند. در پایان دوره نگهداری، کمترین درصد افت وزنی و بیشترین مقادیر شاخص‌های واحد هاو و اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار دیده شد. تفاوت در میانگین درصد افت وزنی در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش از نظر آماری معنی‌دار نبود. گرچه تخم‌مرغ‌های شسته شده اندکی سنگین‌تر بودند (۶/۷۶ در برابر ۶/۳٤ درصد). در تحقیقات Oliveira و همکاران (۲۰۲۰)، Jones و همکاران (۲۰۱۸) و Roudashtian و همکاران (۲۰۲۰) افت وزنی به‌ترتیب ٤/۲۶ (پایان هفته پنجم)، ٤/٦۷ (پایان هفته چهارم) و ۸/۹۹ (پایان ۳۰ روزگی) درصدی در تخم‌مرغ‌های بدون پوشش در دمای محیط گزارش شد [٤و ٦و ۱۹]. تفاوت‌های موجود ممکن است ناشی از شرایط نگهداری، درجه حرارت محیط، وزن تخم‌مرغ‌ها و تخلخل پوسته باشد [۲۰]. افت وزنی کمتر در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار ممکن است با این واقعیت که پوشش‌دهی با مسدود کردن منافذ پوسته از خروج رطوبت و گازها جلوگیری می‌کند، در ارتباط باشد [۳].

۳-۳- واحد هاو (HU)

با افزایش زمان نگهداری، واحد (اندیس) هاو در تمامی گروه‌ها کاهش یافت (نمودار ۳). در طی و پایان دوره نگهداری، واحد هاو در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش به‌طور معنی‌داری کمتر از انواع پوشش‌دار بود ($P<0.05$). در پایان دوره نگهداری، کمترین واحد هاو در تخم‌مرغ‌های گروه شاهد (۰/۲۱±۳۳/۳۵) و بیشترین مقدار آن در تخم‌مرغ‌های بدون شستشو پوشش‌دار (۰/۱۵±٤۹/۷۱) دیده شد. بکارگیری پوشش مرکب فعال، روند کاهش واحد هاو را مهار کرده و پایداری انبارمانی تخم‌مرغ در دمای محیط را بهبود بخشید. کاهش واحد ها و به‌دلیل کاهش ضخامت سفیده بود. فرضیه‌های مختلفی از جمله تجزیه کمپلکس لیزوزیم اووموسین، کاهش محتوای کربوهیدرات اووموسین در هنگام نگهداری و افزایش pH ناشی از خروج رطوبت و دی‌اکسید کربن در مورد این پدیده ارائه شده است [۲۰]. گزارش شد که بر اساس اندیس هاو، ماندگاری تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳ هفته افزایش یافت [۲۱]. بر اساس استاندارد درجه‌بندی USDA، همان‌طوری‌که در نمودار ۳ آمده، تخم‌مرغ بر اساس اندیس هاو در گروه‌های AA، A، B و C درجه‌بندی می‌شوند [۲۲]. تا پایان هفته دوم نگهداری، تخم‌های پوشش‌دار همچنان در درجه کیفی AA قرار داشتند در حالی که تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش پس از پایان هفته اول نگهداری در درجه کیفی B قرار گرفته و تا پایان دوره در همین درجه قرار داشتند. از سوی دیگر تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در پایان هفته سوم در درجه کیفی B قرار گرفتند که مشابه این اندیس در هفته اول تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش بود. این امر بیانگر تأثیر مثبت پوشش‌دهی در به تأخیر انداختن حداقل ۲ هفته‌ای کاهش کیفی سفیده است که با تحقیق مشابه مطابقت دارد [۲۳]. همچنین در تطابق با تحقیقات صورت گرفته با استفاده از پوشش بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز، نمونه‌های پوشش‌دار در این آزمایش نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش شاخص هاو بالاتری داشتند [۲٤].

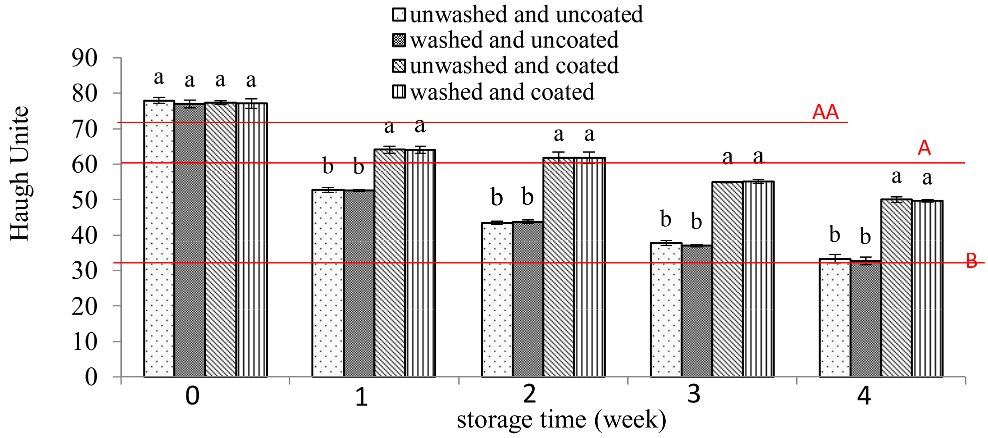

Fig 3 Effect of washing and active nanocomposite coating on egg haugh unite during storage (p<0.05)

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.23.1]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.107]

۳-٤- اندیس زرده (YI)

در نمودار ٤ تغییرات میانگین اندیس زرده تخم‌مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط آمده است. این شاخص در تمامی گروه‌ها با افزایش زمان نگهداری، کاهش یافت. در پایان دوره نگهداری، اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های بدون پوشش به‌طور معنی‌داری کمتر از تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار بود ($P<0.05$). شستشو به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت. کمترین مقدار این شاخص در پایان دوره نگهداری در زرده تخم‌مرغ‌های شاهد (۰/۲۲±۰/۰۱) و بیشترین مقدار در تخم‌مرغ‌های بدون شستشو و پوشش‌دار دیده شد (۰/۳۲±۰/۰۰). بکارگیری پوشش مرکب فعال، روند کاهش واحد هاو را مهار کرده و پایداری انبارمانی تخم‌مرغ در دمای محیط را بهبود بخشید. کاهش واحد هاو به‌دلیل کاهش ضخامت سفیده بود. فرضیه‌های مختلفی از جمله تجزیه کمپلکس لیزوزیم اوووموسین، کاهش محتوای کربوهیدرات اوووموسین در هنگام نگهداری و افزایش pH ناشی از خروج رطوبت و دی‌اکسید کربن در مورد این پدیده ارائه شده است [۲۰]. گزارش شد که بر اساس اندیس هاو، ماندگاری تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳ هفته افزایش یافت [۲۱]. بر اساس استاندارد درجه‌بندی USDA، همان‌طوری‌که در نمودار ۳ آمده، تخم‌مرغ بر اساس اندیس هاو در گروه‌های AA، A، B و C درجه‌بندی می‌شوند [۲۲]. تا پایان هفته دوم نگهداری، تخم‌های پوشش‌دار همچنان در درجه کیفی AA قرار داشتند در حالی که تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش پس از پایان هفته اول نگهداری در درجه کیفی B قرار گرفته و تا پایان دوره در همین درجه قرار داشتند. از سوی دیگر تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در پایان هفته سوم در درجه کیفی B قرار گرفتند که مشابه این اندیس در هفته اول تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش بود. این امر بیانگر تأثیر مثبت پوشش‌دهی در به تأخیر انداختن حداقل ۲ هفته‌ای کاهش کیفی سفیده است که با تحقیق مشابه مطابقت دارد [۲۳]. همچنین در تطابق با تحقیقات صورت گرفته با استفاده از پوشش بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز، نمونه‌های پوشش‌دار در این آزمایش نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش شاخص ها و بالاتری داشتند [۲٤].

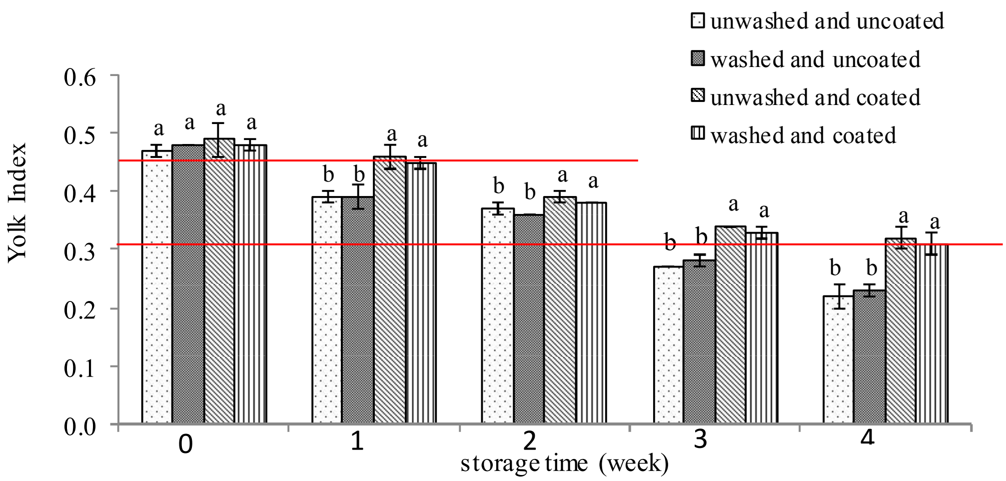

Fig 4 Effect of washing and active nanocomposite coating on egg yolk index during storage (p<0.05)

با توجه به‌اینکه اندیس زرده ۰/٤۵ بیانگر کیفیت مناسب تخم‌مرغ است [۲۵]. تخم‌مرغ‌ها در شروع آزمایش در وضعیت کیفی مناسبی قرار داشتند. کاهش شاخص زرده طی دوره نگهداری به‌دلیل آبکی‌شدن و مسطح‌شدن زرده است که به نفوذ مداوم آب از آلبومین به زرده از طریق غشای ویتلینی ناشی از فشار اسمزی نسبت داده می‌شود [۲۶]. فشار اسمزی بین آلبومین و زرده به گرانروی آلبومین مرتبط است که با شکستن کمپلکس لیزوزیم اوووموسین کاهش یافت. بنابراین، هنگامی‌که پوشش مرکب مورد استفاده، از دست‌دادن دی‌اکسیدکربن و بخار آب را کاهش می‌دهد و تغییرات ساختاری آلبومین را کند می‌کند، افزایش فشار اسمزی بین آلبومین و زرده کند شده و در نتیجه کیفیت زرده بهبود می‌یابد

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.23.1]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.107]

[۲۵]. اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار تا پایان دوره نگهداری در محدوده استاندارد (۰/۴۵–۰/۳۰) نمایش داده شده در نمودار ٤ قرار داشت در حالی‌که در تخم‌مرغ‌ها فاقد پوشش در پایان هفته دوم نگهداری، این اندیس خارج از این محدوده قرار گرفت. این نتیجه بیانگر اهمیت پوشش جهت حفظ کیفیت تخم‌مرغ است. همسو با نتایج تحقیقات مشابه، در این آزمایش نیز تفاوت اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های با و بدون شستشو از نظر آماری معنی‌دار نبود [۳و ۱۹]. در عین حال تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در مقایسه با انواع فاقد پوشش، به‌طور معنی‌داری دارای اندیس زرده بالاتری بودند [٦].

۳-۵- pH آلبومین (سفیده)

در تمامی گروه‌های مورد بررسی، pH آلبومین، طی دوره نگهداری روند افزایشی نشان داد (نمودار ٤). در بازه‌های زمانی مورد بررسی، pH آلبومین، در سفیده تخم‌مرغ‌های بدون پوشش، بیشتر از تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار بود ($P<0.05$). در پایان دوره نگهداری، کمترین pH آلبومین، در تخم‌مرغ‌های شسته و پوشش‌دار (۸/۵۹±۰/۰۲) و بیشترین مقدار در تخم‌مرغ‌های شاهد (۹/۵٦±۰/۰۱) دیده شد ($P<0.05$).

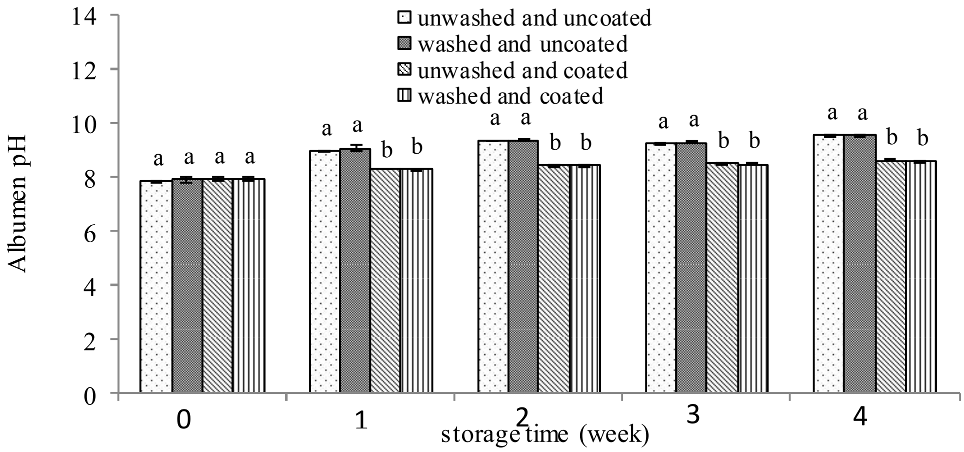

Fig 5 Effect of washing and active nanocomposite coating on albumen pH during storage (p<0.05)

خروج تدریجی دی‌اکسید کربن از طریق منافذ پوسته طی دوره نگهداری، منجر به افزایش pH سفیده می‌شود. در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش با افزایش زمان نگهداری، pH سفیده افزایش بیشتری یافت (۹/۵٦–۷/۸۵) و در این میان تفاوت آماری معنی‌داری بین نمونه‌های با و بدون شستشو دیده نشد. پوشش‌دهی تخم‌مرغ‌ها موجب پایداری نسبی pH سفیده شد (۸/۵۹–۷/۹٤) که می‌تواند ناشی از بهبود خواص ممانعتی پوسته و خروج تدریجی‌تر دی‌اکسید کربن باشد [۲۵]. نتایج تحقیق حاضر با سایر تحقیقات مشابه در رابطه با تأثیر مثبت استفاده از انواع پوشش‌ها در پایداری نسبی pH سفیده همخوانی داشت [۲۰و ۲۳].

۳-٦- شاخص اسید تیوباربیتوریک زرده (TBA)

میانگین تغییرات شاخص اسید تیوباربیتوریک که در جدول ۱ آمده نشان داد با گذشت زمان نگهداری، این شاخص روند افزایشی داشت و سرعت این روند در تیمارهای دارای پوشش کمتر بود ($P<0.05$). همچنین در تمامی بازه‌های زمانی مورد بررسی مقدار عددی این شاخص در تخم‌مرغ‌های پوشش دار کمتر از انواع بدون پوشش بود. در پایان دوره نگهداری، در بین تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش، شستشو موجب افزایش این شاخص شد ($P<0.05$). ضمن اینکه اختلاف آماری معنی‌داری در میانگین این شاخص در بین تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار دیده نشد.

از ارزیابی فعالیت TBARS طی دوره نگهداری می‌توان به‌عنوان شاخصی جهت تعیین محصولات ثانویه اکسیداسیون لیپید زرده تخم‌مرغ استفاده کرد. نتایج نشان داد که مقادیر TBARS در همه گروه‌ها با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. در عین حال، این افزایش وابسته به تیمارها بود. علاوه بر فراسنجه‌های کیفیت داخلی تخم‌مرغ که پیش‌تر به آن‌ها اشاره شد، پوشش مرکب فعال مورد استفاده توانست روند اکسیداسیون چربی‌ها در زرده را به حداقل برساند. مطالعات

نشان داد که کنترل تبادلات گازها با محیط منجر به کمبود اکسیژن موجود جهت تنفس و در نتیجه مهار فرآیندهای متابولیک و در نهایت تأخیر در اکسیداسیون چربی می‌شود [۲۷]. با توجه به درصد افت وزنی کمتر در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار که نشان داد استفاده از پوشش مرکب فعال در انسداد منافذ پوسته و کنترل تبادلات گازی بین محیط داخلی و خارجی مؤثر است، مشاهده کاهش اکسیداسیون چربی در زرده تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار، فرضیه تأثیر پوشش بر پایداری چربی را تأییدکرد. از سویی گزارش شد؛ استفاده از پوشش موم کارنوبا تأثیری در به‌حداقل رساندن فرآیندهای اکسیداتیو زرده تخم‌مرغ نداشت [۲۸]. لذا می‌توان کاهش TBARS در زرده تخم‌مرغ‌های حاوی پوشش در این آزمایش را علاوه بر خواص ممانعت‌کنندگی کربوکسی‌متیل سلولز که با استفاده از نانورس تقویت شده بود، به خواص ضداکسیداسیونی عصاره مرزنجوش بکار رفته در ترکیب پوشش مرکب فعال نسبت داد. مرزنجوش به‌واسطه دارابودن مقادیر مناسبی از فنل تام و فلاونوئیدها دارای فعالیت ضداکسیدانی قوی می‌باشد [۲۹].

Table 1 Effect of washing and active nanocomposite coating on thiobarbituric acid ($TBAR_s$) (mg MDA/Kg) of egg yolk lipids during ambient storage (Mean±SD)

treatments	ambient storage time (days)				
	0	7	14	21	28
Unwashed and uncoated	$0.055{\pm}0.00^{aD}$	$0.081{\pm}0.03^{aC}$	$0.123{\pm}0.05^{aB}$	$0.166{\pm}0.06^{aB}$	$0.273{\pm}0.05^{bA}$
Washed and uncoated	$0.055{\pm}0.00^{aD}$	$0.086{\pm}0.02^{aC}$	$0.128{\pm}0.05^{aB}$	$0.175{\pm}0.05^{aB}$	$0.285{\pm}0.09^{aA}$
Unwashed and coated	$0.055{\pm}0.00^{aB}$	$0.065{\pm}0.00^{bB}$	$0.096{\pm}0.05^{bA}$	$0.107{\pm}0.05^{bA}$	$0.125{\pm}0.03^{cA}$
Washed and coated	$0.055{\pm}0.00^{aB}$	$0.068{\pm}0.00^{bB}$	$0.092{\pm}0.00^{bA}$	$0.112{\pm}0.05^{bA}$	$0.129{\pm}0.05^{cA}$

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments.

۳-۷- شاخص رنگ زرده

شاخص‌های رنگی زرده تخم‌مرغ شامل روشنایی (L^*)، قرمزی (a^*) و زردی (b^*) در روز پایانی دوره نگهداری در نمودار ۶ آمده است. داده‌ها نشان داد رنگ زرده در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش نسبت به انواع پوشش‌دار، روشن‌تر بود ($P<0.05$). تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار تمایل بیشتری بسمت قرمزی داشتند. شاخص زردی در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار به‌طور معنی داری بیشتر از انواع فاقد پوشش بود ($P<0.05$). شستشو در تخم‌مرغ‌های با و بدون پوشش، تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مورد بررسی نداشت.

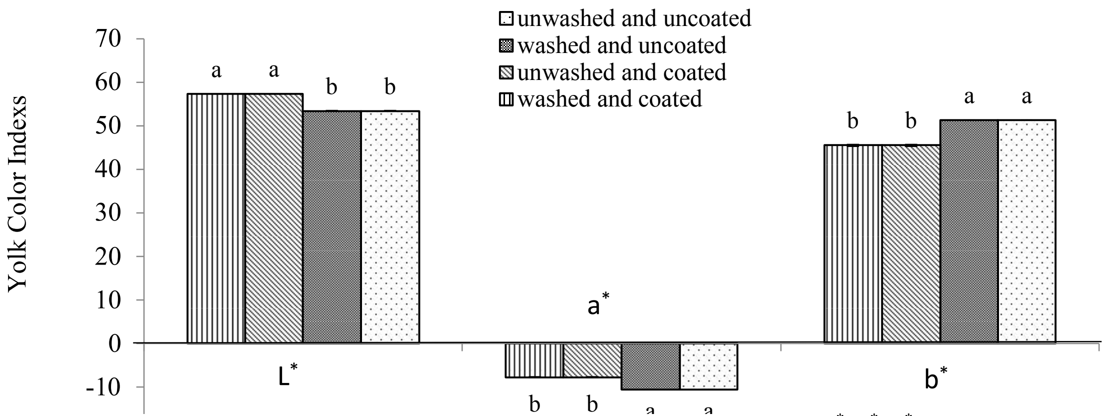

Fig 6 Effect of washing and active nanocomposite coating on yolk color indexs (L^*, a^*, b^*) at d 28 ($p<0.05$)

از نظر مصرف‌کنندگان زردی رنگ زرده یکی از ویژگی‌های مهم ارزیابی کیفی تخم‌مرغ محسوب می‌شود. بالاتر بودن مقدار شاخص b^* بیانگر زردی بیشتری است. نتایج این آزمایش نشان داد بیشترین مقدار شدت رنگ زرد در تخم‌مرغ‌های بدون شستشو و پوشش‌دار وکمترین مقدار در تخم‌مرغ‌های شاهد دیده شد (۵۷/۲۴ در برابر ۵۳/۳۴). نتیجه تحقیقی نشان داد بکارگیری پوشش خوراکی با کنترل از دست دادن رطوبت توانست رنگ تخم‌مرغ را نسبت به انواع فاقد پوشش، بهتر

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.23.1]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.107]

حفظ کند [۳۰]. کاروتنوئیدها و ریبوفلاوین به‌دلیل از دست دادن مداوم رطوبت در زرده تخم‌مرغ، با اسیدهای چرب آزاد حل شده و به‌تدریج غلیظ می‌شوند [۳۱]. همچنین کاروتنوئیدها ترکیباتی هستند که در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرند. میزان اکسیداسیون کمتر در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار می‌تواند توضیح احتمالی تفاوت معنی‌دار بین مقادیر b^* در بین تیمارها باشد. کمترین مقدار شدت نور قرمز (۱۰/۵۹-) در تخم‌مرغ‌های شسته و بدون پوشش و بیشترین مقدار در تخم‌مرغ‌های شسته و پوشش‌دار (۷/۷۲-) دیده شد. شاخص L^* به‌طور معنی‌داری در تخم‌مرغ‌های بدون پوشش بیشتر بود. نتایج حاصله با تحقیق مشابهی در مورد تخم‌مرغ‌های دارای پوشش ژلاتینی مطابقت داشت [۳۲].

٤- نتیجه‌گیری

بکارگیری پوشش کربوکسی‌متیل سلولز- نانورس- عصاره مرزنجوش موجب بهبود شاخص‌های ارزیابی کیفیت داخلی تخم‌مرغ شامل واحد هاو، اندیس زرده و pH سفیده شد. همچنین محتوای فنل تام و فلاونوئیدهای عصاره مرزنجوش با دارا بودن خواص ضداکسیداسیونی و ضدمیکروبی و نانو مونت‌موریلونیت به‌عنوان یک ماده معدنی ضدمیکروبی و تقویت‌کننده ساختار ممانعتی پلیمر در ترکیب پوشش مرکب فعال مورد استفاده با انسداد منافذ پوسته و جلوگیری از تبادل گاز، رطوبت و میکروارگانیسم‌ها، ضمن کاهش درصد افت وزنی، فرآیندهای اکسیداتیو زرده و به دنبال آن اکسیداسیون کاروتنوئیدهای زرده و شمارش کلی میکروبی پوسته را به حداقل رساند. در عین حال شستشو به‌تنهایی فاقد کارایی لازم و تأثیر مثبت در فراسنجه‌های مورد ارزیابی بود.

٥- منابع

[1] Wang, X., Wu, S., Zhang, H., Yue, H., Qi, G. and Li, J. 2015. Effect of dietary protein sources and storage temperatures on egg internal quality of stored shell eggs. Animal Nutrition, 1(4), 299-304.

[2] Okiki, P. and Ahmed, O. 2017. Preservation of quality of table eggs using vegetable oil and shea butter. International Letters of Natural Sciences, 63: 27-33.

[3] Park, Y.S., Yoo, I.J., Jeon, K.H., Kim, H.K., Chang, E.J. and Oh, H.I. 2003. Effects of various eggshell treatments on the egg quality during storage. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 16(8): 1224-1229.

[4] Roudashtian, R., Shabani, Sh. and Asadi, G.H. 2021. Effect of active coating with carboxymethyl cellulose and tragacanth containing cloves extract on some quality and shelf life of eggs during storage. Food Technology and Nutrition, 18(2): 121-132.

[5] Köseman, A., Akdemir, F. and Seker, I. 2020. Effects of chitosan coating and different storage periods of broiler breeder eggs on growth performance and carcass characteristics. Brazilian Journal of Animal Science, 49:e20190282. doi.org/10.37496/rbz4920190282.

[6] Oliveira, G.S., dos Santos, V.M., Rodrigues, J.C. and Santana, A.P. 2020. Conservation of the internal quality of eggs using a biodegradable coating. Poultry Science, 99:7207–7213.

[7] Ghanbarzadeh, B. and Almasi, H., 2011. Physical properties of edible emulsified based on carboxymethyl cellulose and oleic acid. International Journal of Biological Macromolecules, 48: 44-49.

[8] Dehghan, H. and Roomiani, L. 2020 .Antimicrobial activity of nanoclay films enriched with citrus aurantium essential oil against indicator food borne pathogens in fishery products. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 14(4):103-111.

[9] Mardani Kiasari, M. and Khademi Shurmasti, D. 2020. Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) extract and nanoclay in nanocomposite coating on the physicochemical and microbial properties of chicken fillets during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technology, 106(17): 13-21.

[10] Morshedloo, M.R., Ahmadi, H., Pirali Hamedani, M. and Yazdani, D. 2018. An over review to Origanum vulgare L. and its pharmacological properties. Journal of Medicinal Plants, 17(4): 15-32.

[11] Busatta, C., Mossi, A.J., Rodrigues, M.R, Cansian, R.L. and Oliveira, J.V. 2007. Evaluation of *Origanum vulgare* essential oil as antimicrobial agent in sausage. Brazilian Journal of Microbiology, 38: 610-616.

acid and antimicrobial compounds to improve the quality and increase egg shelf life. Iranian Food Science and Technology, 8(2): 235-244.
[24] Nasehi, B., Barzegar, H., Nori, M. and Jeldani, Sh. 2017. Evaluation of the effect of carboxymethyl cellulose coating containing nanoclay and peppermint essential oil on egg storage properties. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 48(2): 229-239.
[25] Xu, D., Wang, J., Ren, D. and Wu, X. 2018. Effects of chitosan coating structure and changes during storage on their egg preservation performance. Coating. 8, 317; doi:10.3390/coatings8090317.
[26] Caner, C. and Yuceer, M. 2015. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. Poultry Science, 94: 1665–1677.
[27] Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., and Chiralt, A. 2012. Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: possibilities and limitations. Journal of Food Engineering, 110(2): 208-213. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.034.
[28] Eyng, C., Nunes, K.C., Matumoto-Pintro, P.T., Vital, A.C.P., Garcia, R.G., Sanches, L.M., Junior, N.R. and Tenorio, K.R. 2021. Carnauba wax coating preserves the internal quality of commercial eggs during storage. Semina: Ciênc. Agrár. Londrina, 42(3): 1229-1244.
[29] Mirzaee, A., Jaberi Hafashani, H. and Madani, A. 2011. Antioxidant activities, total phenols and total flavonoids assay of *Origanurm vulgare*, *Teucrium polium* and *Thymus daensis*. Hormozgan Medical Journal,
[30] Caner, C. 2005. Whey protein isolate coating and concentration effects on egg shelf life. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85(13):2143-2148.
[31] Sugino, H., Ishikawa, M., Nitoda, T., Koketsu, M., Juneja, L.R., Kim, M. and Yamamoto, T. 1997. Antioxidative activity of egg yolk phospholipids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(3):551-554.
[32] Dloveora, C.H., Bdoagd, M.M. and Guaragno, A. 2019. Effects of heat treatments and edible shell coatings on egg quality after storage at room temperature. Food Science and Technology, 40(Suppl. 1): 344-348.
[12] Mozdastan, S., Ebrahimzadeh, M.A. and Khalili, M., 2015. Comparing the impact of different extraction methods on antioxidant activities of myrtle (*Myrtus communis* L.). Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 25(127): 10-24.
[13] Mallmann, W.L., Dawsan, L.E., Sultzer, B.M. and Wright, H.L. 1953. Studies on microbiological methods for predicting self-life of dressed poultry. Food Technology, 7:122-125.
[14] Haugh, R.R. 1937. A new method for determining the quality of an egg. US Egg Poultry, 39: 27-49.
[15] Funk, E.M. 1973. Egg science and technology. In: Egg Science and Technology. W.J. Stadelman and O.J. Cotterill, eds. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT.
[16] Draper, H.H. and Hadeley, M. 1990. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. Methods Enzym, 186: 421–431.
[17] Zahed Karkaj, S. and Peighambardoust, S.J. 2018. Physical, mechanical and antibacterial properties of nanobiocomposite films based on carboxymethyl cellulose/nanoclay. Iran. J. Polym. Sci. Technol., 30(6): 557-572.
[18] Burt, S. 2004. Essential oil: their antibacterial properties and potential applications in foods e a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.
[19] Jones, D.R., Ward, G.E., Regmi, P. and Karcher, D.M. 2018. Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality. Poultry Science, 97:716–723.
[20] Jo, C., Ahn, D.U., Liu, X.D., Kim, K.H. and Nam, K.C. 2011. Effects of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs. Poultry Science, 90: 467–472.
[21] Kim, K., Daeschel, M. and Zhao, Y. 2008. Edible coatings for enhancing microbial safety and extending shelf life of hard-boiled eggs. Journal of Food Science, 73(5): 227-235.
[22] USDA. 2000. United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. AMS 56.210. 15(4): 285-294.
[23] Mohammadi, Sh., Ghanbarzadeh, B., Soti, M., Ghiasifar, Sh. And Jalali, S.H. 2012. Application of carboxymethyl cellulose-based edible active coatings containing oleic

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of washing and active nanocomposite coating of carboxymethyl cellulose-nanoclay containing marjoram extract (*Origanum vulgare* L) on egg quality during storage at ambient temperature

Ehsan, M. [1], **Khademi Shurmasti, D.** [2*]

1. Master, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.
2. Assistant Prof., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 04/ 24
Accepted 2021/ 07/ 13

Keywords:

Active nanocomposite coating,
Egg,
Washing, Internal quality,
Shelf life.

DOI: 10.52547/fsct.18.09.09

*Corresponding Author E-Mail:
dkhademi@gmail.com

ABSTRACT

The methods used to maintain the quality of eggs during the storage period are mainly based on inactivating microorganisms and preventing mass exchanges. In order to investigate the effect of water washing and shell coating using active nanocomposite coating based on 2% carboxymethyl cellulose containing 3.5% nanoclay and 2% marjoram extract on internal quality and egg shell, an experiment with 4 treatments including control (unwashed and uncoated), washed and uncoated, unwashed and coated, washed and coated and 3 replicates during a 4-week storage period at ambient temperature (25±2°C) with weekly evaluation the studied parameters were performed. At the end of the storage period, the highest values of HU (49.71±0.15), YI (0.32±0.00) and the lowest values of WL percentage (3.07±0.02), albumen pH (8.59±0.02), TBARS (0.125±0.03 mg MDA/Kg) and TVC (2.75±0.05 log cfu/ml) were observed in coated eggs ($P<0.05$). In the evaluation of yolk color indices, coated eggs had significantly ($P<0.05$) higher values of b^* (57.24), a^* (-7.72) and lower value of L^* (45/51). Regardless of the coating, egg washing had no significant effect on the evaluated parameters. Therefore, the use of active nanocomposite coating of carboxymethyl cellulose - nano montmorillonite - marjoram extract with barrier, antioxidant and antimicrobial properties is recommended to increase the shelf life of eggs at ambient temperature for 4 weeks.